

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月24日  
Date of Application:

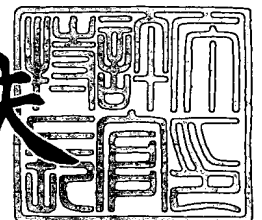
出願番号 特願2003-016475  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-016475]

出願人 株式会社サキコーポレーション  
Applicant(s):

2004年 1月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 SK-0019

【提出日】 平成15年 1月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 21/00  
G01B 11/00  
G06T 7/00  
H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市高津区坂戸 3 丁目 2 番 1 号 株式会社サ  
キコーポレーション内

【氏名】 秋山 吉宏

【特許出願人】

【識別番号】 595039014

【氏名又は名称】 株式会社サキコーポレーション

【代理人】

【識別番号】 100105924

【弁理士】

【氏名又は名称】 森下 賢樹

【電話番号】 03-3461-3687

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 091329

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 外観検査装置および画像取得方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検査体の外観を検査する装置であって、  
前記被検査体を走査する走査ヘッドと、  
前記走査ヘッドを含む本装置全体を統括的に制御するメインユニットと、を備え、  
前記走査ヘッドは、  
前記被検査体の検査面に投光する複数の照明源と、  
前記検査面から垂直上方へ向かう反射光を、それぞれに複数の撮像素子が配置された複数の素子列で検知して画像データを生成する一次元センサと、を有し、  
前記メインユニットは、  
前記走査ヘッドにおける複数の前記照明源の点灯の切り替えと、前記走査ヘッドおよび前記被検査体の相對運動とを制御するヘッド制御ユニットと、  
前記一次元センサで生成した画像データをメモリへ取り込むメモリ制御ユニットと、  
前記ヘッド制御ユニットによる点灯の切り替えに対応して前記画像データにシェーディング補正を施し、外観検査用画像を取得して前記被検査体の外観を検査する解析ユニットとを有することを特徴とする外観検査装置。

【請求項 2】 前記一次元センサは、赤色、緑色、青色の撮像素子列を有し、  
前記メインユニットは、前記一次元センサにおける赤色、緑色、青色のそれぞれの撮像素子について、前記照明源を切り替えた点灯状態に応じたシェーディング補正用のデジタル補正值を、点灯状態ごとにテーブルとして保持する補正值記憶部をさらに備え、  
前記解析ユニットは、前記照明源の点灯状態に応じて前記補正值記憶部に保持されたテーブルを参照し、前記画像データにシェーディング補正を施すことを特徴とする請求項 1 に記載の外観検査装置。

【請求項 3】 複数の前記照明源は、

前記被検査体の検査面に斜め方向から面投光する側方照明源と、  
前記検査面に斜め方向からスリット光を投光するスリット照明源とを有し、  
前記ヘッド制御ユニットは、前記側方照明源の点灯と前記スリット照明源の点灯とを交互に切り替えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の外観検査装置。

【請求項 4】 複数の照明源を切り替えて点灯し、対象物の反射光から対象物の画像データを生成して対象物画像を取得する方法であって、

複数の照明源を切り替えた点灯状態に応じた補正值を用いて、画像データに点灯状態に応じたシェーディング補正を施し、対象物画像を取得することを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、被検査体の外観検査技術に関する。この発明は特に、被検査体の外観画像を精度よく取得することのできる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

IC、LSI などのチップはハンダ付けにより基板に接着される。このハンダ付けは、スクリーン印刷装置により基板の電極にクリームハンダを塗布し、このクリームハンダ上にチップのリードを着地させた後、リフロー装置によりクリームハンダを加熱処理して行われる。このとき、クリームハンダの塗布量が適正でないと、ハンダ付けが不良になりやすいことから、チップマウンタによりチップを基板に搭載する前に、クリームハンダの塗布状態の検査が行われる。特に BGA (Ball Grid Array) の場合、入出力用のパッドがパッケージの裏面に並んでおり、基板に接着した後はハンダ付けの良否を外観から判定できないため、チップ接着前にクリームハンダの塗布状態を検査する必要がある。

【0003】

このようなクリームハンダの塗布状態を検査する外観検査装置においては、高密度実装に対応して非常に高い解像度で基板を撮影し、高い精度で不良検出を行

う必要がある。そのため検査にかかる時間が長くなる傾向にある。集積回路の需要が高まり、実装工程の高速化が進んでいるが、基板検査に時間がかかると、製品の出荷が遅れることとなり、昨今の厳しい製造競争に耐えられなくなる。また、一度出荷した製品に不良が発見されると、回収、修理、再出荷など余計な作業が発生し、そのための費用はとうてい製品の販売利益でカバーできるものではない。したがって、検査時間を短縮でき、かつ、より精度の高い外観検査装置によって、製品の不良や製品に対する苦情を限りなくゼロに近づけた、いわば一方通行のロジスティックスの実現が切望されている。

#### 【0004】

ここで、外観検査装置では、クリームハンダの塗布面積を測定することでクリームハンダの塗布状態の良否を検査することが行われていた。しかし、チップのハンダ付けが正常に行われるためには適正な量のクリームハンダが塗布されていることが必要であり、本来はクリームハンダの塗布面積ではなく、塗布量を測定しなければ、正確な検査ができない。そこでより精度の高い検査を行うため、塗布されたクリームハンダの体積測定が必須となりつつある。たとえば、特許文献1には、スリット光のプロジェクターにより、基板上に線パターンを照射して、カメラを用いて、基板の画像を撮影し、ハンダペーストの形状を解析する装置が開示されている。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開平5-187838号公報（全文、第1-11図）

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

特許文献1に開示された装置では、基板をXY方向に動かして、特定エリア内のハンダペーストに光切断線を照射し、スポット的に画像を取り込んで検査する。この場合、100万画素のCCD（charge-coupled device）イメージセンサを用いたとしても、20～30マイクロメートルの画素ピッチで画像を取り込むとすると、一度に縦横2～3センチメートルのエリアを撮影できるだけであり、基板全体の検査には大変な時間がかかる。たとえば、ノートパソコンのマザーボ

ードでは、二千～四千ポイントのハンダ印刷箇所があるが、このようなXY方向に撮像箇所を移動させる方式の外観検査装置では、高々百～二百ポイントを選択的に検査するに過ぎない。製造ラインに乗せるためには、マザーボードの検査を30秒以下で行う必要があり、全ポイントを検査しては製造に間に合わないからであるが、これではハンダ付け不良の発生率を低減させることができず、甚だ不十分な生産管理しかできないことになる。

#### 【0007】

また、外観検査装置に対するユーザの要望として、一目で基板の状態を認識できるように、鮮明な外観画像を取得できることが好ましい。また外観画像の明るさにムラがある場合には、正確な信頼性の高い外観検査を実現することも困難となる。

#### 【0008】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、被検査体の画像を精度よく取得することのできる技術を提供することにある。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明のある態様は、被検査体の外観を検査する装置であって、被検査体を走査する走査ヘッドと、走査ヘッドを含む本装置全体を統括的に制御するメインユニットとを備えたものに関する。走査ヘッドは、被検査体の検査面に投光する複数の照明源と、検査面から垂直上方へ向かう反射光を、それぞれに複数の撮像素子が配置された複数の素子列で検知して画像データを生成する一次元センサとを有する。メインユニットは、走査ヘッドにおける複数の照明源の点灯の切り替えと、走査ヘッドおよび被検査体の相対運動とを制御するヘッド制御ユニットと、一次元センサで生成した画像データをメモリへ取り込むメモリ制御ユニットと、ヘッド制御ユニットによる点灯の切り替えに対応して画像データにシェーディング補正を施し、外観検査用画像を取得して被検査体の外観を検査する解析ユニットとを有する。この外観検査装置によると、切り替えた照明源ごとに、得られた画像データに対してシェーディング補正をかけることにより、一次元センサの感度の不均一性や照明源照度の不均一性などにより生じるムラを、点灯状態に応じ

て補正することができる。

#### 【0010】

ここで「走査する」は、走査ヘッドが一次元センサの撮像素子の並び方向に対して垂直の方向に駆動する動作を示し、走査ヘッドと被検査体の相對運動の方向を本明細書では「駆動方向」または「走査方向」と表現する。一方、走査ヘッドによる1ライン分の反射光の検知を「撮像」と表現して走査と区別する。複数の素子列は所定のピッチで配列されていてもよい。「検査面から垂直上方へ向かう反射光」は、ほぼ出射角ゼロで反射する光を指してもよい。

#### 【0011】

一次元センサは、赤色、緑色、青色の撮像素子列を有し、メインユニットは、一次元センサにおける赤色、緑色、青色のそれぞれの撮像素子について、照明源を切り替えた点灯状態に応じたシェーディング補正用のデジタル補正値を、点灯状態ごとにテーブルとして保持する補正値記憶部をさらに備え、解析ユニットは、照明源の点灯状態に応じて補正値記憶部に保持されたテーブルを参照し、画像データにシェーディング補正を施すことが好ましい。また、複数の照明源は、被検査体の検査面に斜め方向から面投光する側方照明源と、検査面に斜め方向からスリット光を投光するスリット照明源とを有し、ヘッド制御ユニットは、側方照明源の点灯とスリット照明源の点灯とを交互に切り替えてもよい。

#### 【0012】

本発明の別の態様は、複数の照明源を切り替えて点灯し、対象物の反射光から対象物の画像データを生成して対象物画像を取得する方法であって、複数の照明源を切り替えた点灯状態に応じた補正値を用いて、画像データに点灯状態に応じたシェーディング補正を施し、対象物画像を取得することを特徴とする方法を提供する。この方法によると、点灯状態に応じて画像データに対して適切なシェーディング補正を施すことにより、鮮明な対象物画像を取得することが可能となる。

#### 【0013】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラム、コンピュータプログラムを格納した記録

媒体などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

#### 【0014】

#### 【発明の実施の形態】

##### (第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係る外観検査装置10の構成を示す。この装置は、被検査体の検査面をラインセンサで走査してカラー画像を形成し、画像認識によってクリームハンダの塗布状態の合否を判定するものである。ラインセンサにおける撮像素子の並び方向に対して垂直に走査ヘッドを駆動することで順次ラインごとの画像が得られ、走査ヘッドの一次元運動で検査が完了する。

#### 【0015】

図1のごとく、外観検査装置10は、メインユニット12と試験ユニット14を備える。試験ユニット14の下部には支持台22が設けられ、被検査体である基板1が把持されている。試験ユニット14の上部には、走査ヘッド16と、それを駆動するステッピングモータ20と、走査ヘッド16を支持するリニアガイド等のガイド18が設けられている。

#### 【0016】

走査ヘッド16は照明ユニット30、レンズ32およびラインセンサ34を有する。これらの部材はフレーム36上に固定されている。照明ユニット30は、後述の側方照明源、スリット照明源、ハーフミラーなどを内蔵する。基板1から垂直上方への反射光はハーフミラーでレンズ32へ導かれ、レンズ32を通過した後、一次元CCDセンサであるラインセンサ34へ入力される。ラインセンサ34はライン単位に基板1を撮像してその画像データ54を出力する。ラインセンサ34は、カラーフィルタによって色分解されたRGB3色にそれぞれ対応する複数の撮像素子の列を含む。

#### 【0017】

メインユニット12は、本装置全体を統括的に制御するもので、ハードウェア的には、任意のコンピュータのCPU、メモリ、その他のLSIで実現でき、ソフトウェア的にはメモリにロードされた外観検査機能のあるプログラムなどによって実現されるが、ここではそれらの連携によって実現される機能ブロックを描



いている。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

#### 【0018】

メインユニット12のヘッド制御ユニット40はまず、照明制御クロック50（以下、同期信号ともいう）を照明ユニット30へ供給し、1ライン毎に側方照明とスリット照明を交互に切り替えて点灯させる。したがって、照明ユニット30は、側方照明とスリット照明との2つの点灯状態を有する。ヘッド制御ユニット40はさらに、モータ制御信号52をモータ20へ、試験開始信号56をメモリ制御ユニット42へそれぞれ出力する。モータ制御信号52によってモータ20のステップ制御がなされ、検査の開始に際し、走査ヘッド16が基板1の端部へ移動する。以下、この位置を「スタート位置」という。以降、1ラインが撮像されるたびにモータ制御信号52によって走査ヘッド16が1ライン分進行する。1ラインの撮像でRGB3色の画像データが得られる。一方、試験開始信号56を参照し、メモリ制御ユニット42はメモリ44への画像データ54の書込を制御し、以降、画像データ54がライン単位で記録されていく。画像データ54は、側方照明により面投光されたときに撮像されたものとスリット照明によりスリット光が投光されたときに撮像されたものとが1ライン毎に選択的に入力され、全ラインの走査が終わると、メモリ44内には、側方照明による外観検査用画像の画像データと、スリット照明による高さ測定用画像の画像データが蓄積される。特に、外観検査用画像はRGB3色の画像データが合成されたものである。高さ測定用画像をRGB3色の画像データを合成したものとしてもよい。なお、メモリ44の内部構成、メモリ44内の画像データ54の配置については設計上の自由度があり、いろいろな構成が可能である。たとえば、メモリ44内に、外観検査用画像と高さ測定用画像を個別に格納するための独立した2つの記憶領域が設けられ、メモリ制御ユニット42は、1ライン毎に各記憶領域に分けて画像データ54が個別に格納されるように制御してもよい。あるいは、メモリ44内には、外観検査用画像と高さ測定用画像を格納するための単一の記憶領域が設けられ、メモリ制御ユニット42は、その単一の記憶領域に画像データ54が1ラ

インずつ交互に格納されるように制御してもよい。

#### 【0019】

解析ユニット46は、走査と並行して、または走査完了後にメモリ44から外観検査用画像の画像データおよび高さ測定用画像の画像データを読み出す。補正值記憶部49は、ラインセンサ34におけるRGBのそれぞれの撮像素子について、照明ユニット30の点灯状態に応じたシェーディング補正用のデジタル補正值を、点灯状態ごとにテーブルとして保持する。すなわち、補正值記憶部49は、照明種別ごとのテーブル、具体的には側方照明の点灯状態におけるデジタル補正值を記録したテーブルと、スリット照明の点灯状態におけるデジタル補正值を記録したテーブルとをもつ。照明ユニット30に存在する複数の照明源に対して、レンズ32の不均一性やラインセンサ34の感度の不均一性、さらには各照明源照度の不均一性などを吸収するように、照明源ごとのデジタル補正值が設定される。照明ユニットにおいて複数の照明源を組み合わせると同時に点灯させる場合、その組み合わせたときのデジタル補正值も設定される。

#### 【0020】

解析ユニット46は、外観検査用画像の画像データおよび高さ測定用画像の画像データに対して、補正值記憶部49に保持されたテーブルを参照して、使用された照明源または照明種別に応じたシェーディング補正を施す。具体的には、外観検査用画像の画像データに対しては側方照明用に設定されたテーブルが参照され、高さ測定用画像の画像データに対してはスリット照明用に設定されたテーブルが参照される。これにより、解析ユニット46は、明るさのムラ補正を行った鮮明な外観検査用画像および高さ測定用画像を取得することができる。解析ユニット46は、取得した外観検査用画像および高さ測定用画像をもとに、判定基準記憶部48に予め記録された判定基準に照らして、クリームハンダの塗布状態の可否を判断する。外観検査用画像に基づいて、クリームハンダが正しい位置に塗布されているかどうかを検査され、さらにクリームハンダの塗布エリアの面積が測定される。高さ測定用画像に基づいて、クリームハンダの塗布エリアの高さが測定され、先に測定された面積と合わせて、クリームハンダの体積が求められ、塗布量が適正であるかどうかを検査される。

**【0021】**

図2は試験ユニット14の斜視図、図3は試験ユニット14をスタート位置の方向から見た模式図である。図2または図3に示した状態で1ライン分の画像データが取り込まれると、走査ヘッド16はガイド18によって駆動方向114へ1ライン分送り出される。以降同様の処理を繰り返すことにより、基板1全面にわたる画像データが取得される。

**【0022】**

照明ユニット30は、下部にアクリルシート104が設けられた側方照明源102と、回転筒101および光源からなるスリット照明源103と、ハーフミラー108とを含む。回転筒101は、円筒状部材である回転筒101の内部に光源を有する。回転筒101の外周面には複数の平行なスリットが設けられ、光源から発せられる光がそのスリットを通過することによりスリット光を形成して検査面に縞パターンを投影する。

**【0023】**

図3のごとく、ふたつの側方照明源102はそれぞれLED（発光ダイオード）群120をもち、検査中のライン112へ効率的に側方光を投ずるよう傾斜がつけられている。アクリルシート104には、側方照明源102からの側方光を拡散する作用がある。側方照明源102は点光源であるLEDの集合体であるため、拡散作用がないと、スポット的な光が画像データへ写り込んで検査精度に悪影響を及ぼす懸念がある。

**【0024】**

スリット照明源103も光源としてLED群120をもち、回転筒101の外周面に設けられたスリットマスクパターンによりスリット光が生成され、短焦点結像素子アレイ105により集光され、縞パターンとして基板1の検査面におけるライン112に投影される。ライン112からの反射光はハーフミラー108で反射し、レンズ32を介してラインセンサ34に入射する。

**【0025】**

短焦点結像素子アレイ105の一例として、セルフロック（登録商標）レンズアレイ（SLA）を利用し、省スペースで縞パターンの投影を実現する。なお、

回転筒 101 は、走査ヘッド 16 の駆動と同時に回転制御可能に構成され、回転により縞パターン of 連続性を確保するとともに、縞パターンの発生間隔をより狭くでき、高さ測定の分解能を高めることができる。

#### 【0026】

図 4 は、ラインセンサ 34 の構成を示す。ラインセンサ 34 は、それぞれが RGB 3 色のいずれかに対応した赤色撮像素子列 150、緑色撮像素子列 152、青色撮像素子列 154 とからなる。これら素子列は 5000 個～10000 個の撮像素子 162 が配置されて構成される。赤色撮像素子列 150 は、赤色成分を抽出する赤色カラーフィルタ 156 がその入射面に設けられる。同様に、緑色撮像素子列 152 と青色撮像素子列 154 の入射面に、それぞれ緑色成分を抽出する緑色カラーフィルタ 158 と青色成分を抽出する青色カラーフィルタ 160 とが設けられる。赤色撮像素子列 150 および緑色撮像素子列 152、および、緑色撮像素子列 152 および青色撮像素子列 154 は、それぞれ  $\Delta C$  のピッチを保つ。

#### 【0027】

図 5 (a) および (b) は、回転筒 101 の表面に設けられたスリットマスクパターンを説明する図である。IC や LSI などのチップは、基板 1 の縦方向または横方向に沿って配置されるのが普通であり、斜めに配置されることはまれである。このことから、スリット光による縞パターンがクリームハンダの塗布エリアに対して 45 度の角度で形成されるようにして、チップが縦方向、横方向のいずれに配置される場合でも、ハンダの塗布エリアに対する縞パターンの本数が十分に取れるようにすることがより好ましい。そのため、図 5 (a) では、回転筒 101 の表面に 45 度の傾きのスリットマスクパターンが形成されている。もっとも、図 5 (b) のように、ラインセンサ 34 の撮像素子の並び方向に対して平行に縞パターンが発生するようにスリットマスクパターンを設けてもよい。

#### 【0028】

図 6 は、クリームハンダが塗布された基板 1 を説明する図である。基板 1 の電極 2 にはクリームハンダ 3 が塗布されている。基板 1 の電極 2 以外の部分は半透明のハンダレジスト膜 4 がコーティングされており、この上にクリームハンダ 3

が塗布されてもリフローにより溶けてなくなる。

#### 【0029】

図7 (a) および (b) は、このようなクリームハンダが塗布された基板1にスリット光を照射することにより形成される縞パターンを説明する図である。図7 (a) および (b) は、それぞれ図5 (a) および (b) のスリットマスクパターンによりスリット光が照射された場合の縞パターンである。

#### 【0030】

図7 (a) および (b) の例では、クリームハンダの塗布エリア5の長辺がラインセンサ34の撮像素子の並び方向に対して平行に形成されており、図5 (b) に示した撮像素子の並び方向に対して平行のスリットマスクパターンを利用すると、図7 (b) のように縞パターンがハンダの塗布エリア5の長辺方向に形成されるため、塗布エリア5上に投影される縞の本数が制限される。塗布エリア5の長辺が撮像素子の並び方向に対して垂直に形成されている場合は、逆に塗布エリア5上に投影される縞の本数が多くなる。

#### 【0031】

一方、図5 (a) に示した撮像素子の並び方向に対して45度の傾きをもたせたスリットマスクパターンを利用すると、図7 (a) のように縞パターンが塗布エリア5に対して斜め方向に投影されるため、塗布エリア5の長辺方向が撮像素子の並び方向に対して垂直であるか、平行であるかに関係なく、十分な縞の本数を確保することができる。

#### 【0032】

図7 (a) および (b) のいずれの場合でも、クリームハンダの塗布エリア5の境界では、塗布エリアの高さに応じた縞パターンのずれが生じる。したがって、この縞パターンのずれ量を測定し、逆算することで、塗布エリア5の高さを求めることができる。

#### 【0033】

図8は、以上の構成による外観検査装置10の検査手順を示すフローチャートである。側方光の点灯とスリット光の点灯を同期信号に合わせて選択して行い、基板1上を走査ヘッド16が一回移動する間に外観検査用と高さ測定用の両方の

画像を一度に形成する。ここでは、スタート位置である第1ラインを含む奇数ラインを外観検査用に設定し、偶数ラインを高さ測定用に設定する切り替え走査方式による検査の手順を示す。

#### 【0034】

まず、第1モードである外観検査モードが選択され、走査ヘッド16がスタート位置へ送られる(S50)。外観検査モードの選択に伴い、ヘッド制御ユニット40によって側方照明源102が点灯状態、スリット照明源103が消灯状態におかれる。側方光のもと、ラインセンサ34により第1ラインの撮像が実施され(S52)、その画像データ54がメモリ44へ書き込まれる(S54)。

#### 【0035】

つづいて、ヘッド制御ユニット40により走査ヘッド16が駆動方向へ1ライン分送られ(S56)、予め入力されていた基板1に関する情報に従い、その位置が走査のエンド位置、すなわち基板1の終了端であるか否かが判定される(S58)。エンド位置でなければ(S58のN)、高さ測定モードへ切り替えが行われる(S60)。高さ測定モードの選択に伴い、ヘッド制御ユニット40によって側方照明源102が消灯状態、スリット照明源103が点灯状態におかれる。スリット光のもと、ラインセンサ34による第2ラインの撮像、メモリ44への画像データ54の書込、走査ヘッド16の進行(S52、S54、S56)が行われる。走査ヘッド16がエンド位置にくるまでS52からS60の処理は繰り返され、奇数ラインの画像は側方光によって形成される一方、偶数ラインの画像はスリット光によって形成される。

#### 【0036】

走査ヘッド16がエンド位置にくれば、処理はS58のYからS60へ進む。ステップS60では、解析ユニット46がメモリ44から側方光による外観検査用画像の画像データを読み出して、補正值記憶部49の側方照明源102に対して設定されたテーブルを参照してシェーディング補正を行い、外観検査用画像を生成する。解析ユニット46は、外観検査用画像をもとに、検査箇所についてクリームハンダの塗布エリアの合否を判定する。つづいて解析ユニット46は、メモリ44からスリット光による高さ測定用画像の画像データを読み出して、補正

値記憶部 49 のスリット照明源 103 に対して設定されたテーブルを参照してシェーディング補正を行い、高さ測定用画像を生成する。解析ユニット 46 は、高さ測定用画像をもとに、クリームハンダの塗布エリアの高さを測定する。すなわち、各検査箇所について、クリームハンダの塗布位置が正しいかが検査された上で、クリームハンダの塗布エリアの面積と高さからクリームハンダの体積を求め、適正な塗布量であるかが検査される。ハンダの塗布状態検査の合否判定基準その他の情報は判定基準記憶部 48 から読み出され、利用される。検査が終わると結果が表示され (S62)、一連の処理を終える。なお、合否は表示だけでなくメモリ 44 へ記録してもよい。

### 【0037】

以上述べたように、本実施の形態の外観検査装置 10 では、照明切り替えにより外観検査用画像と縞パターンの投影された高さ測定用画像が 1 回の走査で得られ、外観検査用画像でハンダの塗布エリアを正確に割り出した上で、高さ測定用画像を用いて縞パターンの対応づけを行い、塗布エリアの高さを測定することができる。

### 【0038】

#### (第 2 実施形態)

本実施の形態では、第 1 実施形態に係る外観検査装置 10 の試験ユニット 14 の照明ユニット 30 に落射照明源 100 がさらに含まれ、落射光による外観検査用画像が撮影される。ここでは、第 1 実施形態と異なる構成と動作について説明する。

### 【0039】

図 9 は、第 2 実施形態に係る外観検査装置 10 の試験ユニット 14 の斜視図、図 10 は、図 9 の試験ユニット 14 を走査のスタート位置の方向から見た模式図である。落射照明源 100 とハーフミラー 108 の間にはレンチキュラーシート 106 が設けられ、落射照明源 100 による落射光はレンチキュラーシート 106、ハーフミラー 108 を通過して基板 1 の検査面へ入射角がほぼゼロで投じられる。レンチキュラーシート 106 は、光の屈折によって、撮像方向について見た場合に落射光を基板 1 に垂直な成分に絞り込むよう作用する。

**【0040】**

図10のごとく、落射照明源100は中央からふたつのサブ基板100a、100bに分かれ、それぞれラインセンサ34の撮像素子の並び方向にLED群120をもつ。これらのサブ基板100a、100bは微妙に内側を向け合う形で接続され、それぞれのLED群120が効率的に検査中のライン112へ落射光を投ずる配置になっている。なお、落射光に関する拡散作用はレンチキュレーション106によって実現される。

**【0041】**

照明ユニット30は、1ライン毎に落射照明、側方照明、およびスリット照明を順番に切り替えて点灯し、基板1上を走査ヘッド16が一回移動する間に、落射光による外観検査用画像の画像データ、側方光による外観検査用画像の画像データ、およびスリット光による高さ測定用画像の画像データが一度に取得される。図1を参照して、補正值記憶部49は、第1の実施の形態と比較して、さらに落射照明の点灯状態におけるデジタル補正值を記録したテーブルをもち、解析ユニット46は、落射光による外観検査用画像を取得する場合には、落射照明用のテーブルを参照して、画像データにシェーディング補正を施すことになる。この場合、補正值記憶部49は、3種類の照明ごとの補正值を記録したテーブルをもつことになる。これにより、精度の高い画像を取得することができる。

**【0042】**

図11は、クリームハンダが塗布された基板1の断面図である。基板1の電極2にはクリームハンダ3が塗布され、基板1の電極2以外の部分は半透明のハンダレジスト膜4がコーティングされている。この基板1に落射照明源100により真上から落射光が照射され、ラインセンサ34により撮像される。

**【0043】**

クリームハンダ3は、微細な球状のハンダ粒子の集合体であり、その表面は凹凸のある粗面であるため、これに照射された光L1は散乱され、散乱光の一部がレンズ32を介してラインセンサ34に入射する。したがって、クリームハンダ3はやや明るい灰色に撮像される。また電極2は銅箔などの金属により形成されており、その表面は鏡面であるため、これに照射された光L2は垂直に正反射さ



れ、ラインセンサ 34 に十分に入射する。したがって、電極 2 は明るい白に撮像される。また半透明のハンダレジスト膜 4 に照射された光 L3 は、基板 1 まで透過するが、基板 1 の表面は暗緑色などの暗色であるので、この光 L3 は吸収され、基板 1 は黒く撮像される。

#### 【0044】

図 12 は、落射光のもとで撮像される、クリームハンダの塗布された基板 1 の画像を説明する図である。基板 1 の電極 2 は白く撮像され、基板 1 の電極 2 以外のハンダレジスト膜 4 で覆われた部分は黒く撮像されるため、電極 2 の位置は明瞭に認識できる。また、電極 2 は白く撮像され、クリームハンダ 3 は灰色に撮像されるため、クリームハンダ 3 と電極 2 の境界は明瞭であり、クリームハンダ 3 の形状を明確に認識できる。

#### 【0045】

このように、落射光のもとで反射光を撮像することにより鏡面であるかどうかを識別することができるため、側方光のもとで撮像された画像に基づいて、電極 2 とクリームハンダ 3 を色情報から識別することが困難である場合でも、落射光による画像を併用すれば、正確に識別することができるようになる。したがって、落射光による外観検査用画像を併用することで、クリームハンダ 3 が電極 2 に対して、正しい位置に塗布されているかどうか、その塗布面積は適正であるかどうかをより正確に判定することができるようになり、検査精度のさらなる向上を図ることができる。

#### 【0046】

以上、本発明をいくつかの実施の形態をもとに説明した。これらの実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。そうした変形例をいくつか挙げる。

#### 【0047】

上記の実施の形態では、走査ヘッド 16 が基板 1 上を一回だけ移動することにより外観検査用画像の画像データと高さ測定用画像の画像データを取得することができるため、製造ラインへの外観検査装置 10 の組込みにも有利である。その

場合、例えば走査ヘッド 16 の側を固定式にして基板 1 の支持台 22 をコンベアにすることにより、製造ラインを流れる基板 1 をそのまま検査することができる。

#### 【0048】

また、図 1 ではメインユニット 12 と試験ユニット 14 を一体的に描いたが、これらは別々の場所に存在してもよい。たとえば、試験ユニット 14 は工場の製造ラインに組み込み、メインユニット 12 は試験ユニット 14 と任意のネットワークで結ばれた解析センターその他の組織におかれてもよい。試験ユニット 14 をユーザ側におき、メインユニット 12 を解析センターにおき、ユーザから解析業務を請け負うビジネスモデルも成立する。

#### 【0049】

また、第 1 実施形態において、側方照明源の代わりに、第 2 実施形態で説明した落射照明源を利用して、落射光による外観検査用画像とスリット光による高さ測定用画像を用いた検査を行ってもよい。

#### 【0050】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、高精度の外観検査を効率よく行うことができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 実施形態に係る外観検査装置の全体構成図である。

【図 2】 図 1 の試験ユニットの詳細斜視図である。

【図 3】 図 1 の照明ユニットを含む走査ユニットの模式図である。

【図 4】 ラインセンサの構成を示す図である。

【図 5】 図 3 のスリット照明源に利用される回転筒のスリットマスクパターンの説明図である。

【図 6】 クリームハンダが塗布された基板の説明図である。

【図 7】 クリームハンダが塗布された基板にスリット光を照射することにより形成される縞パターンの説明図である。

【図 8】 第 1 実施形態に係る外観検査手順を示すフローチャートである。

【図 9】 第 2 実施形態に係る外観検査装置の試験ユニットの斜視図である。

【図 10】 図 9 の試験ユニットの模式図である。

【図 11】 クリームハンダの塗布された基板の断面図である。

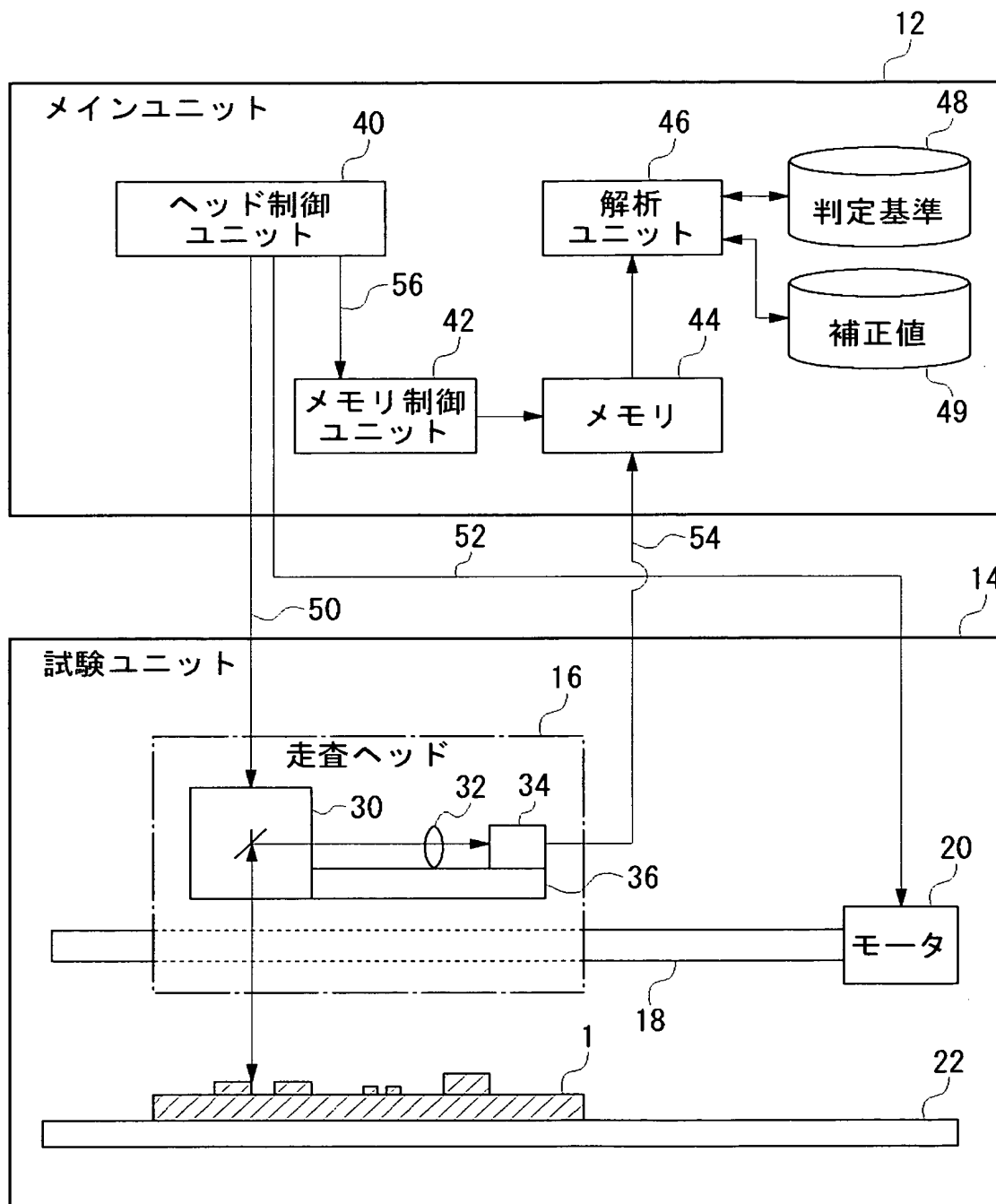
【図 12】 クリームハンダの塗布された基板の落射光による撮影画像の説明図である。

【符号の説明】

1 基板、 3 クリームハンダ、 10 外観検査装置、 12 メインユニット、 14 試験ユニット、 16 走査ヘッド、 30 照明ユニット、 32 レンズ、 34 ラインセンサ、 40 ヘッド制御ユニット、 42 メモリ制御ユニット、 44 メモリ、 46 解析ユニット、 48 判定基準記憶部、 49 補正值記憶部、 54 画像データ、 100 落射照明源、 102 側方照明源、 104 アクリルシート、 106 レンチキュラーシート、 108 ハーフミラー、 114 駆動方向、 120 LED 群。

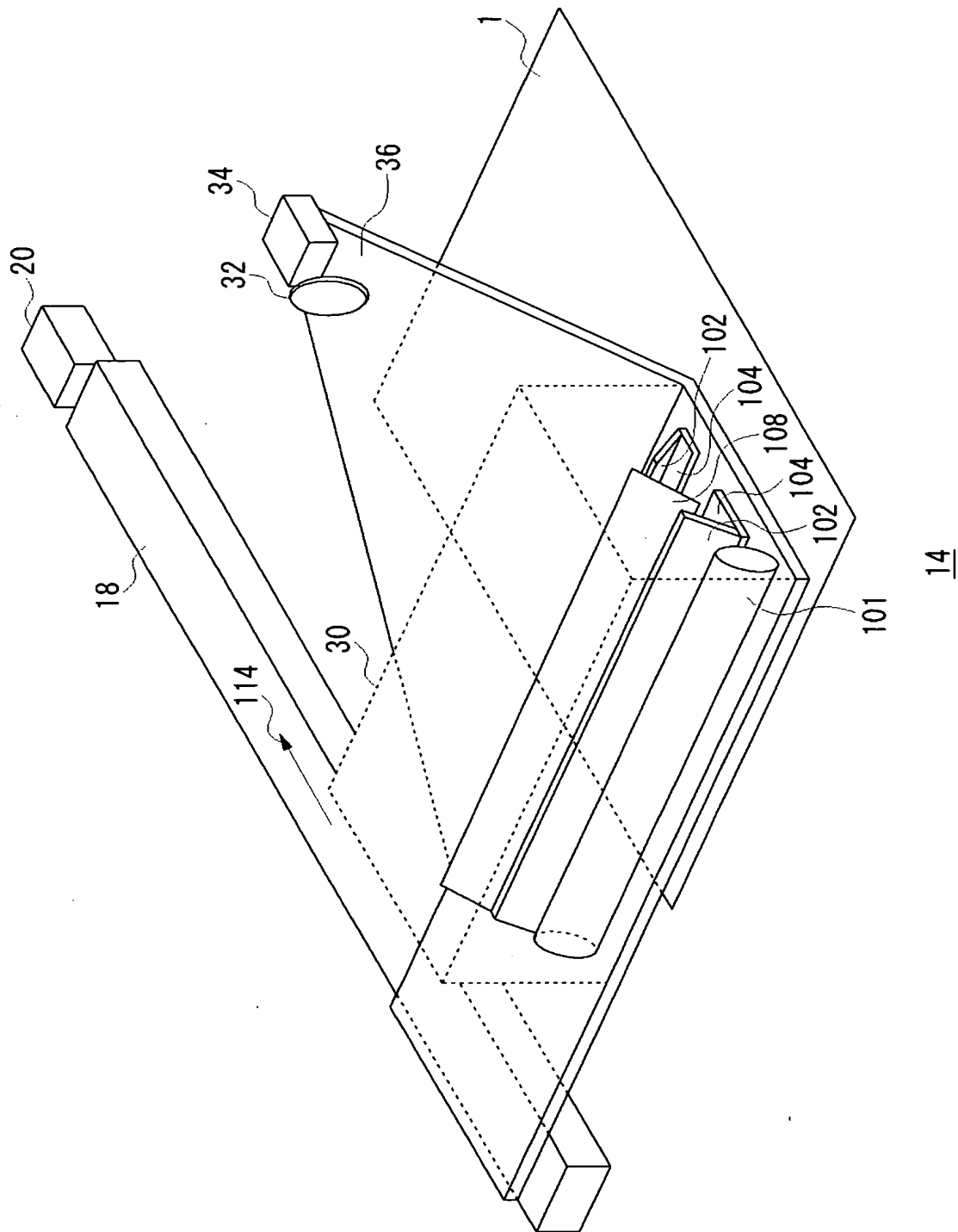
【書類名】 図面

【図 1】

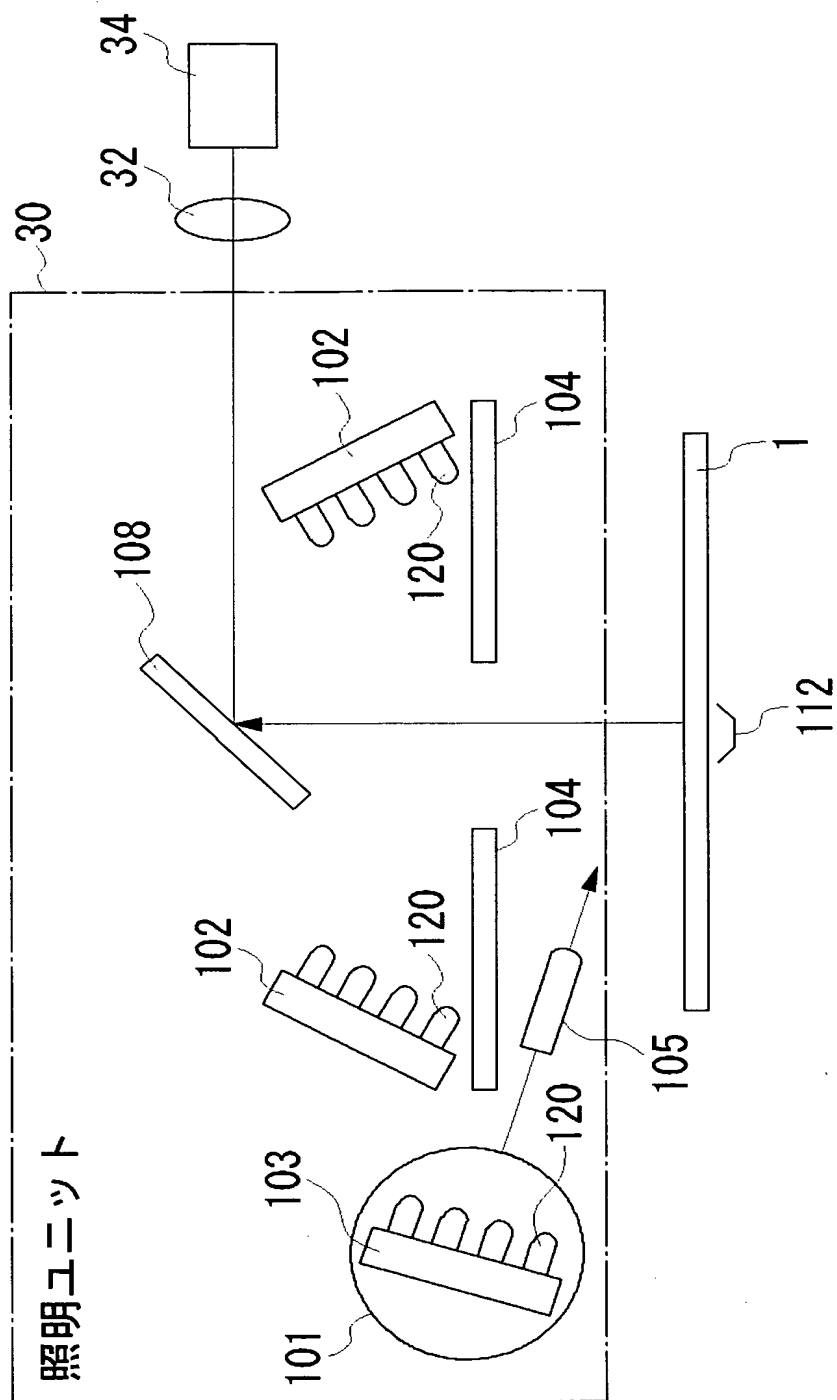


10

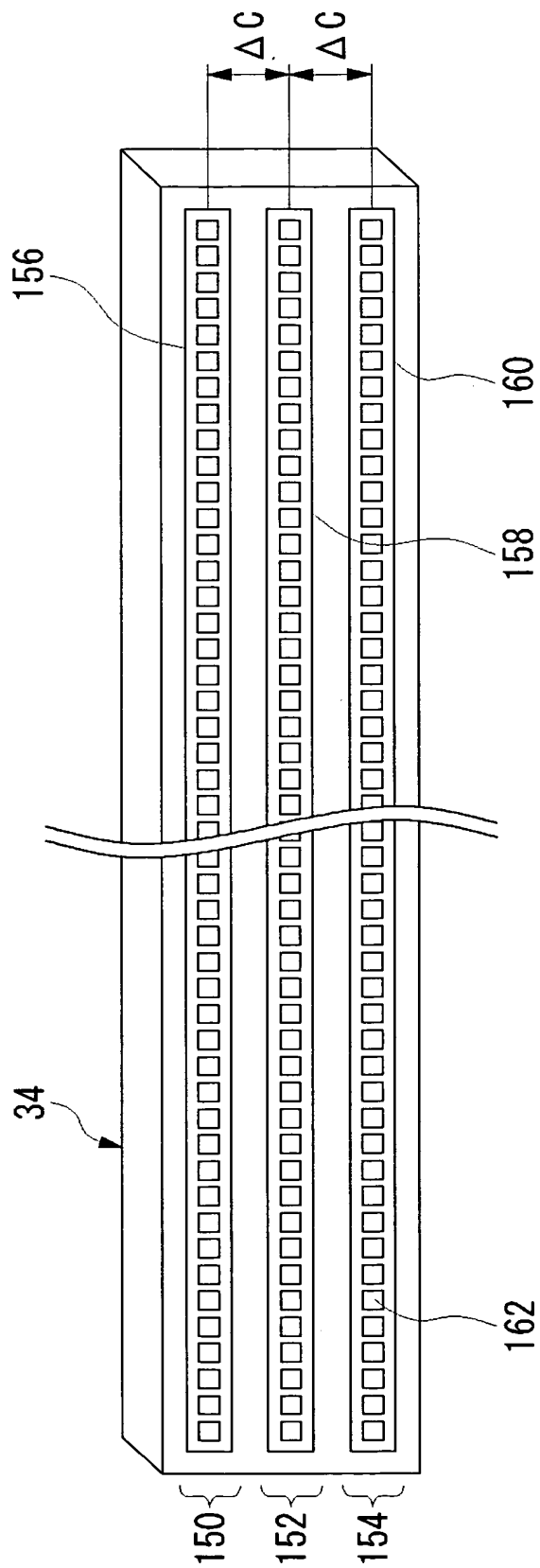
【図 2】



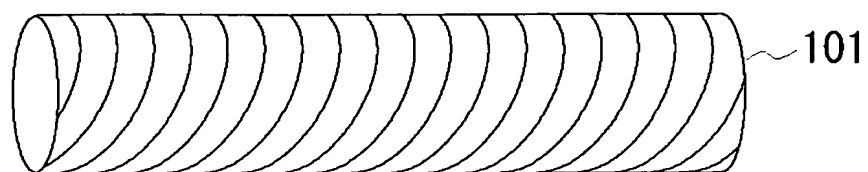
【図 3】



【図 4】



【図 5】

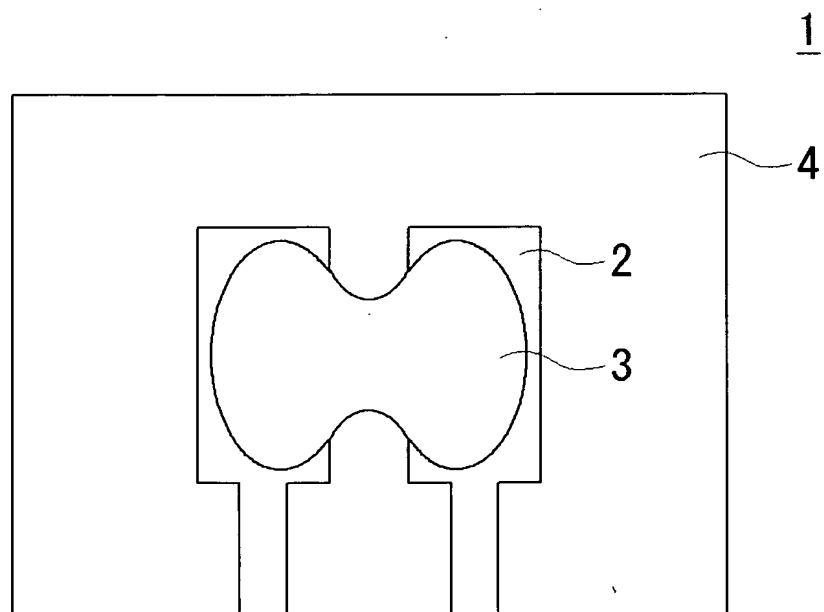


(a)



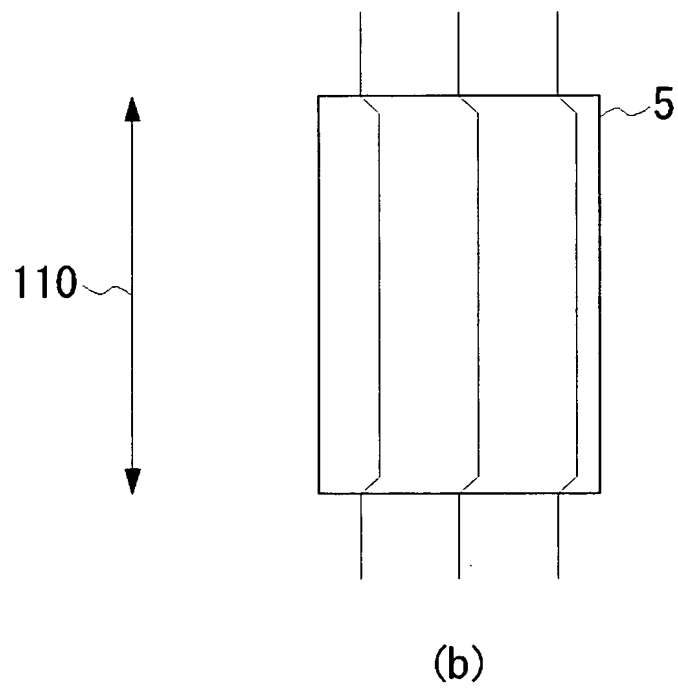
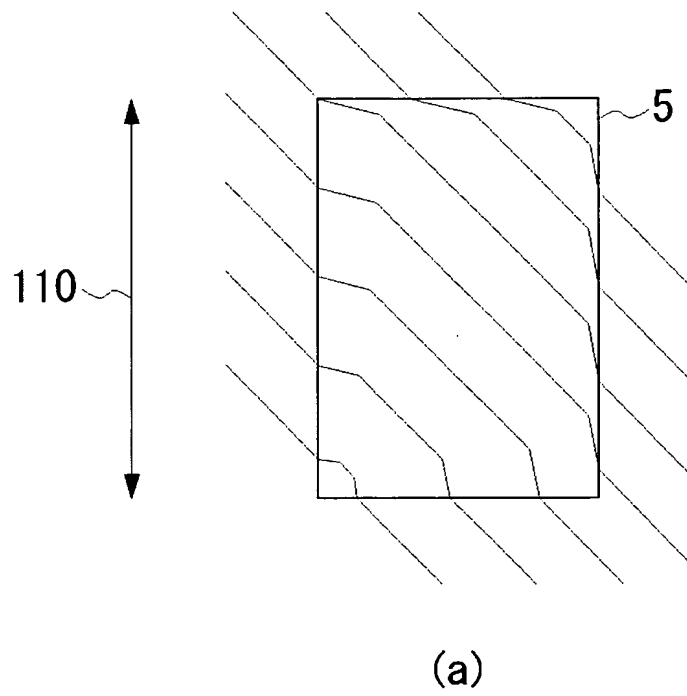
(b)

【図 6】

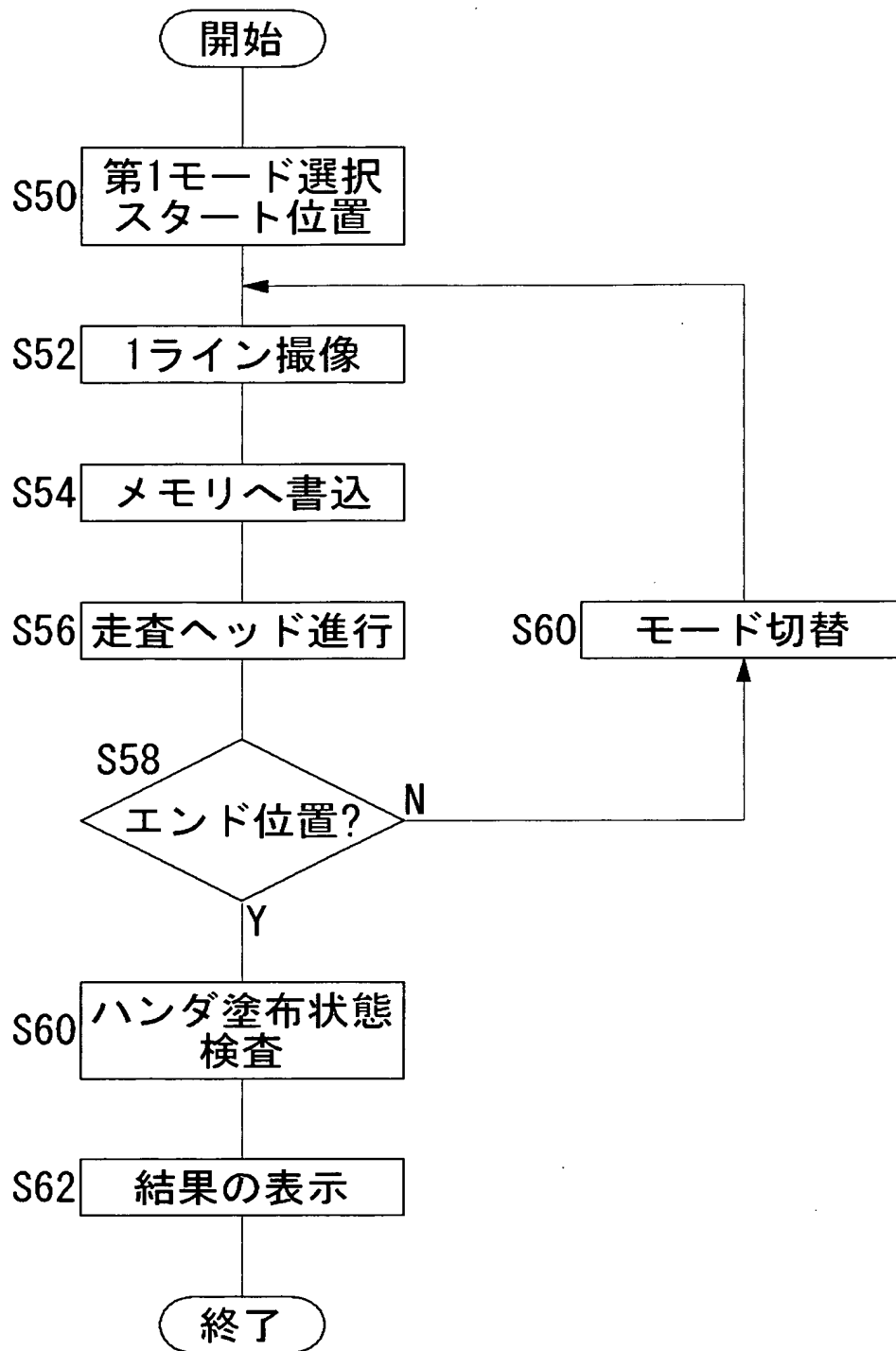




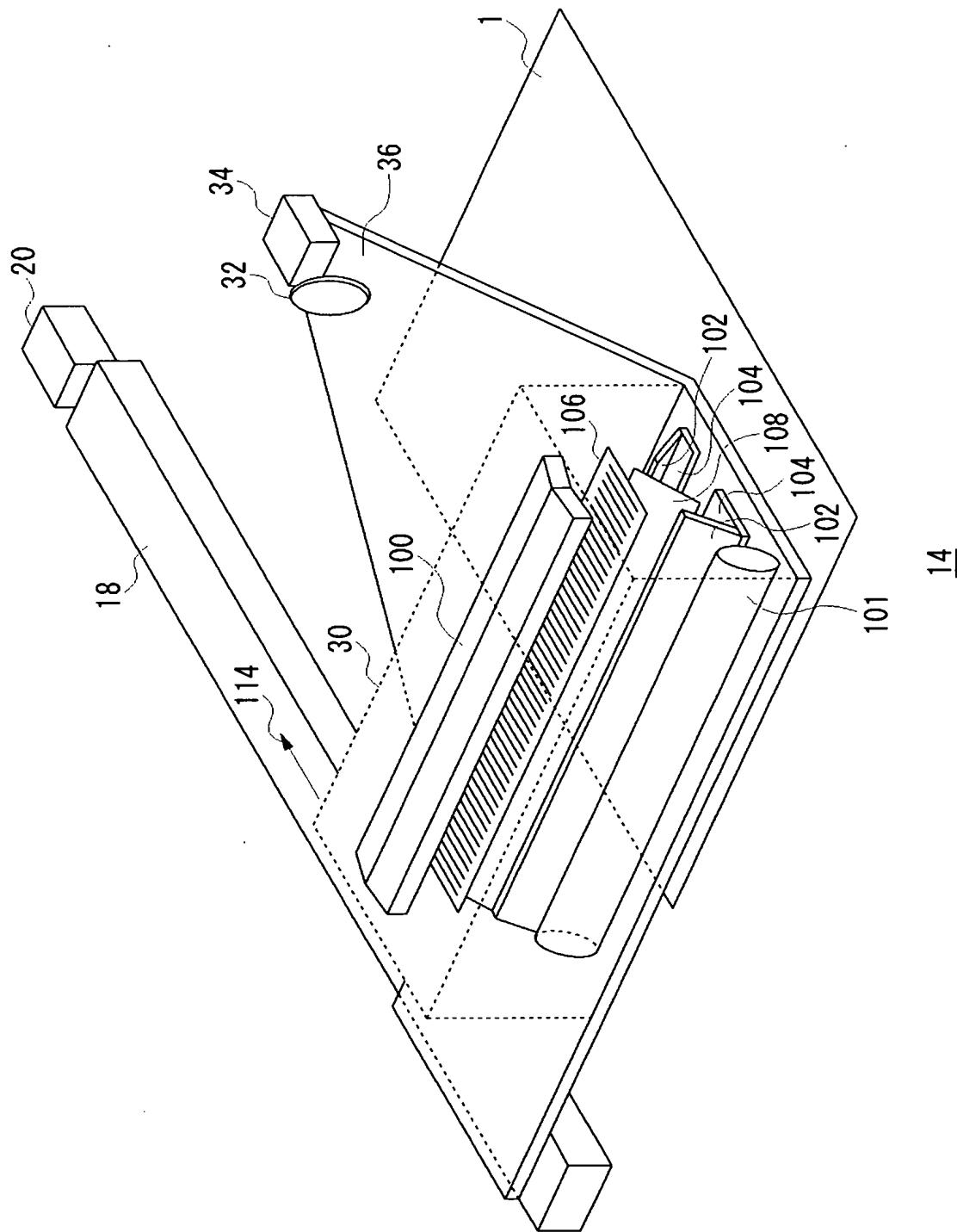
【図 7】



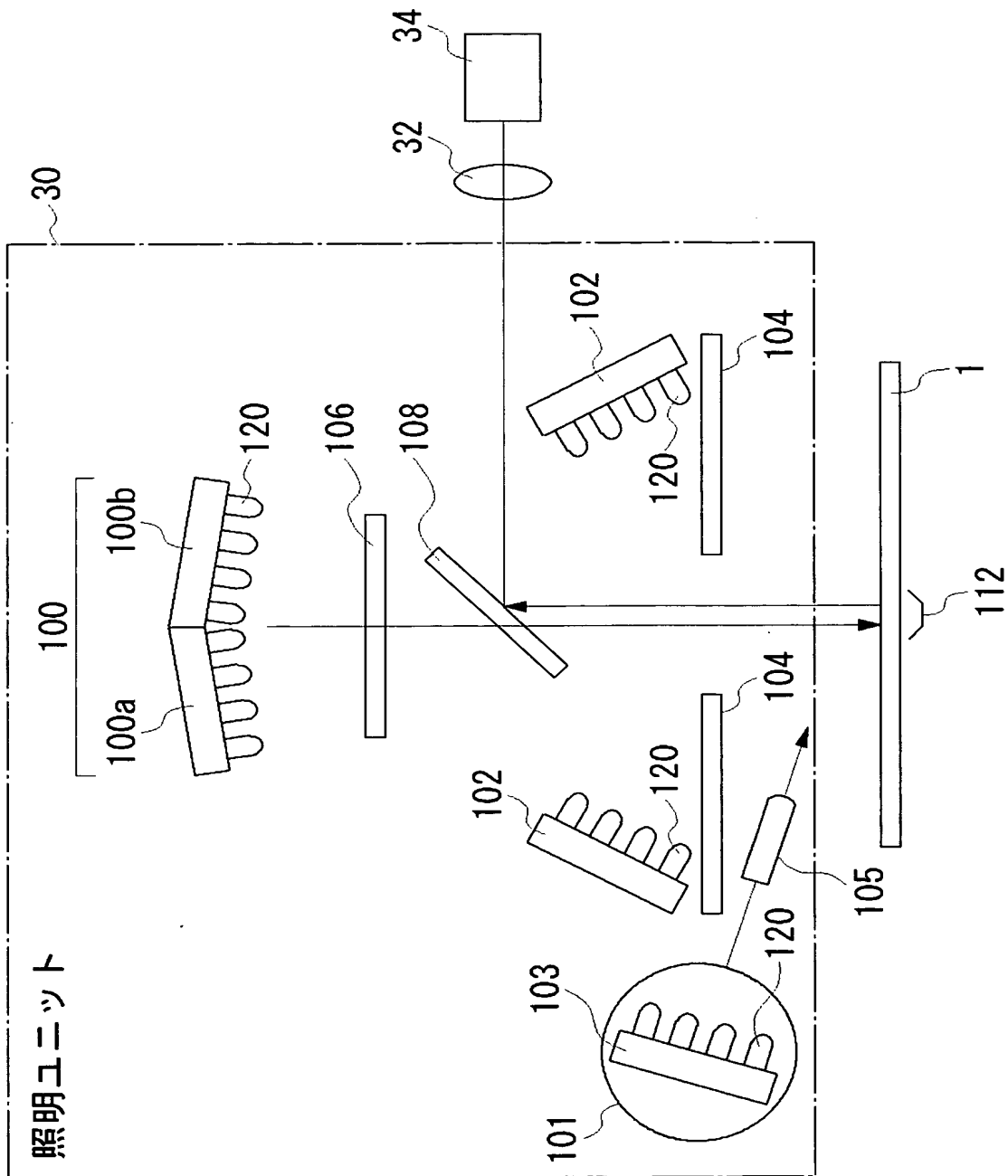
【図 8】



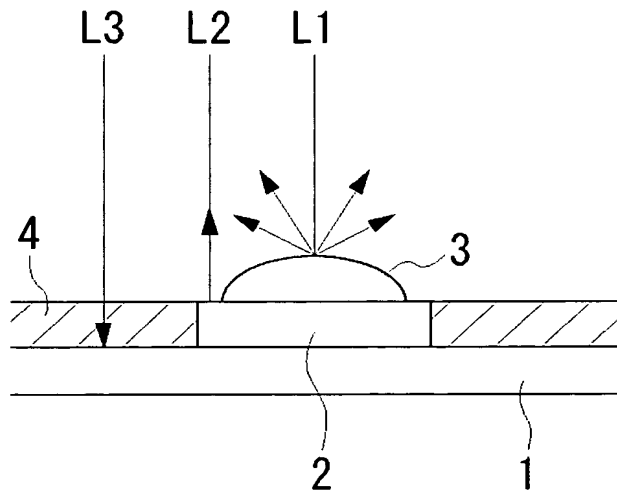
【図 9】



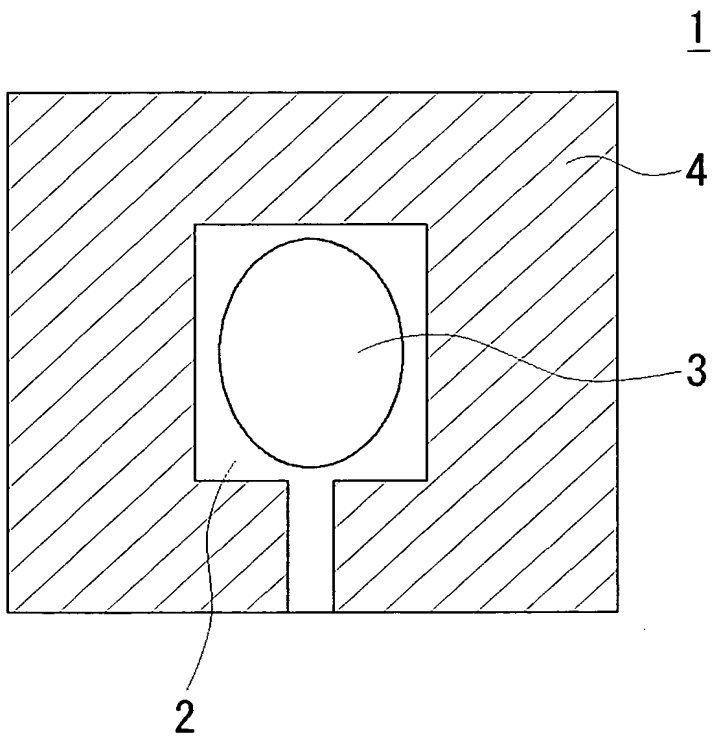
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の照射源を利用する外観検査装置において、高精度の外観画像を取得する方法を提供する。

【解決手段】 照明ユニット 3 0 は、基板 1 に対して、ライン毎に側方照明源による側方光とスリット照明源によるスリット光を交互に切り替えて照射する。補正值記憶部 4 9 は、側方照明源およびスリット照明源に対して、それぞれ別個に設定したシェーディング補正用のデジタル補正值を保持する。解析ユニット 4 6 は、このデジタル補正值を用いて画像データに対してシェーディング補正を施し、精度の高い画像を取得することができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 1 6 4 7 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 5 9 5 0 3 9 0 1 4 ]

1. 変更年月日	1 9 9 5 年 5 月 3 0 日
[変更理由]	名称変更
住 所	神奈川県川崎市高津区坂戸 3 丁目 2 番 1 号
氏 名	株式会社サキコーポレーション